

ABORDAGEM SISTÊMICA DO TERMO BIOINSUMOS NA ATUALIDADE

Data de aceite: 01/02/2024

André Vinícius Freire Baleeiro

Fabiana Almagro de Lima Ribeiro

Eliana Paula Fernandes Brasil

Joyce Vicente do Nascimento

Thalles Alves Tormim da Veiga

naturais

ABSTRACT: Agricultural sustainability has been a topic of great concern worldwide, which is gaining more and more importance as discussions on this subject gain prominence in different forums around the world. It is indisputable that among the agricultural management strategies available, the use of bioinputs (inputs of biological origin) is among the most sustainable. In this context, the proposal is to present an updated theoretical framework that addresses historical aspects, legislation and classification of bio-inputs, demonstrating that the greatest advance is in the development of bio-inputs for plant health, soil fertility, plant nutrition, abiotic stresses and species management.

KEYWORDS: sustainability, bioeconomy, biodiversity, natural fertilizers

RESUMO: A sustentabilidade agrícola tem sido um tema de grande preocupação mundial, que ganha cada vez mais importância à medida que as discussões sobre esse assunto ganham destaque nos mais diferentes fóruns ao redor do mundo. É indiscutível que entre as estratégias de manejo agrícola disponíveis, o uso de bioinsumos (insumos de origem biológica) está entre as mais sustentáveis. Neste contexto, a proposta é apresentar um referencial teórico atualizado que aborde aspectos históricos, legislação e classificação de bioinsumos, demonstrando que o maior avanço está no desenvolvimento de bioinsumos para sanidade vegetal, fertilidade do solo, nutrição de plantas, estresses abióticos e manejo de espécies.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade, bioeconomia, biodiversidade, fertilizantes

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma biodiversidade imensurável, todo esse potencial precisa ser conhecido, conservado e aplicado de forma estratégica e a seu favor. Transformar a biodiversidade em ativos biológicos tais

como insumos para a produção agrícola brasileira é parte integrante do Programa Nacional de Bioinsumos. Com o lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos, realizado em maio de 2020, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, instituído pelo Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, o termo bioinsumo ganhou espaço na mídia, nas academias, nos ambientes de pesquisa, de extensão rural e de produção.

A definição de bioinsumo ainda é complexa, para o Programa Nacional de Bioinsumos, conforme Decreto nº 10.375, “bioinsumo é todo produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos”.

A necessidade de ações coordenadas para ofertar insumos amigáveis ao meio ambiente e à saúde animal e humana é uma demanda histórica de várias abordagens de agricultura sustentável, que tem crescido fortemente nos últimos anos no mundo e, em especial, no Brasil, que a agricultura sempre teve papel de destaque como agente econômico de desenvolvimento. Estas têm em comum, por exemplo, segundo Oberc; Schnell (2020), uma perspectiva ampla e compartilhada dos problemas e, normalmente, um conjunto de soluções amigáveis que as sustentam e que são comuns a todas, e por via de regra, inclui a redução de pesticidas sintéticos e uso de fertilizantes minerais, a rotação de culturas; a inclusão de culturas de cobertura e companheiras, cultivo mínimo ou plantio direto, dentre outras.

Os bioinsumos representam o novo, o moderno, instrumentalizam a bioeconomia (Mazzaro et al., 2022). Da mesma forma, o tema dialoga com a sustentabilidade (Altieri, 1989) em seu mais alto grau, nas políticas públicas e programas nacionais e internacionais. Os bioinsumos são a primeira fase da indústria da bioeconomia do Brasil, cuja lógica da sustentabilidade evolui a partir destes bioativos, suas indústrias de transformação, sejam farmacêuticas, agrícolas, cosméticas etc, para então fornecer a base para uma transição de matriz energética, que contemple um novo processo para o país (VIDAL E DIAS, 2023).

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO DOS BIOINSUMOS

O prefixo “bio” provém de vida. Insumo, de sua raiz latina *insumere* pode ser traduzido como “fazer uso de”. Como no início da agricultura só se fazia uso de insumos de origem biológica é difícil datar o início do uso dos bioinsumos senão pela própria origem da agricultura (MAZOYER, ROUDART, 2010). A reutilização da biomassa produzida nos agroecossistemas para aumentar a fertilidade do solo é provavelmente um dos primeiros

usos dos bioinsumos. No início da agricultura só não havia a ideia de bioinsumos enquanto produtos, como descrito em lei (BRASIL, 2020), por se tratar de um modo de produção diferente do atual.

Como os processos de domesticação animal e início da agricultura se desenvolveram conjuntamente nos oito centros de origem da agrobiodiversidade (TOLEDO e BARRERA-BASSOLS, 2015), e com os vários usos dos animais como fonte de alimento ou tração animal, houve uma grande disponibilidade do insumo proveniente do metabolismo animal. Mais especificamente o esterco animal, após passar por um processo, sistemático ou não de decomposição, há tempos é utilizado para o plantio.

O esterco curtido e o composto orgânico, são bioinsumos de antiquíssima existência. Descobertas pedológicas mostram que a “terra preta de índio”, que compõe um tipo de antropossolo, é decorrência das atividades dos assentamentos humanos de povos indígenas da floresta amazônica (LINS, 2015). O que não se sabe ao certo é qual o nível de intencionalidade com que eram criadas as terras pretas, enquanto bioinsumos para aprimorar os cultivos, ou enquanto impacto positivo decorrente de um modo de vida regenerativo.

Com relação ao uso de princípios ativos para a saúde vegetal também é difícil determinar seu início. Há 2400 anos Hipócrates falava para “que seu remédio seja seu alimento, e que seu alimento seja seu remédio”. Com essa visão ele explicita o reconhecimento da importância que os gregos davam à potencialidade das plantas. Nesse sentido, Ana Primavesi (2016) afirma que “solo sadio, planta sadia, ser humano sadio”, que decorre de uma visão integrada entre saúde ambiental e saúde humana.

Essa visão mais integrada é presente no conhecimento popular, e o uso de caldas com ingredientes biológicos também é difícil de ser datado. O exemplo do óleo de nim é ilustrativo, visto que o uso desta planta na medicina Ayurveda esteja mencionada em escritos sânscritos de milhares de anos de idade. Apesar do Nim (*Azadirachta indica*) ser utilizado há muito pelo conhecimento popular, sua habilidade em repelir insetos foi pela primeira vez descrita na literatura científica entre 1928 e 1929. Dois cientistas Indianos, Dr. R.N. Chopra e Dr.M.A. Husain usaram uma solução aquosa contendo 0,001% de frutos secos moídos para repelir gafanhotos do deserto (GARCIA, 2000).

Em diversos tipos de agricultura alternativa há a presença de bioinsumos, como as caldas de alho, pimenta, cebola, leite, melado na agricultura orgânica, os preparados biodinâmicos na agricultura biodinâmica, os microrganismos eficientes da agricultura natural. Hoje os bioinsumos estão saindo do nicho das agriculturas alternativas e estão sendo adotados em culturas de larga escala, como soja (MEYER, 2022) e cana-de-açúcar (BUTU et al. 2020).

Entre os anos 20 e 40 do século XX diversas tentativas foram realizadas, sem sucesso, de importação e liberação de agentes de biocontrole de pragas no Brasil (Parra, 2014; Bueno et al., 2020). Em 1967 ocorreu o primeiro projeto bem-sucedido de importação

do parasitoide *Neodusmetia sangwani* para controlar a cochonilha das pastagens (*Antonina graminiis*).

Com relação a microrganismos como agentes de biocontrole, o *Metarhizium anisopliae* foi o primeiro fungo usado para controle de pragas no Brasil. Já para controlar doenças de plantas, o primeiro estudo publicado utilizando antagonistas foi com *Trichoderma* em 1950 (MEYER, 2020).

2.2 LEGISLAÇÃO DOS BIOINSUMOS

Os bioinsumos, bioprodutos, biotecnologia, nomenclatura utilizada para expressar a nova expansão em tecnologia sustentável utilizada na área agrícola brasileira e mundial receberá proteção jurídica através da implantação do Projeto de Lei nº 3668 de 2021, o qual regulariza, traz em lei a especificação de uma legislação própria que fundamenta a utilização, implantação e desenvolvimento de bens e serviços, podendo estes ser, desde o seu processamento até a produção de outros bens e serviços provenientes de organismos vivos em sistemas de produção animal e vegetal.

Segundo o Projeto de Lei nº 3668 de 2021:

Art. 1º Esta Lei dispõe sobre a produção, o registro, comercialização, uso, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, inspeção e fiscalização, a pesquisa e experimentação, e os incentivos à produção de bioinsumos para agricultura, inclusive sobre a produção em estabelecimentos rurais com objetivo de uso exclusivo na propriedade. § 1º As normas gerais contidas nesta Lei são de interesse nacional e devem ser observadas pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios. § 2º As disposições desta Lei aplicam-se a todos os sistemas de cultivo, incluindo o convencional e o orgânico. § 3º São considerados bioinsumos, para os fins desta Lei, as substâncias e produtos empregados como bioestimuladores, biorreguladores, semioquímicos, bioquímicos, agentes biológicos de controle, agentes microbiológicos de controle, fertilizantes orgânicos, bioestabilizantes, biofertilizantes e inoculantes, conforme definidos no art. 2º desta Lei.

Segundo Vidal (2023), os bioinsumos tem em sua base o uso da matriz biológica existente na natureza, como as substâncias bioativas e a diversidade vegetal, animal e microbiana acima e abaixo da superfície do solo.

A iniciativa para a regularização dos Bioinsumos vem de desdobramentos da Lei de Produtos Orgânicos (Lei nº10.831 de 2003), do Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto Lei nº 10.375 de 2020) e da pauta amplamente discutida pelas Convenções Mundiais, preocupadas com o Meio Ambiente, os quais primam pelo desenvolvimento sustentável, pela conservação e preservação da natureza.

A referida aprovação do Projeto de Lei dos Bioinsumos justamente vem dar efetividade e conformidade a parceria firmada com a ONU (Organização das Nações Unidas) em buscar, através de ações de trabalho, o fomento a, por exemplo, cumprimento das metas estabelecidas pelo Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS metas

2,3,6,7,12,13,14 e 15).

Os Bioinsumos utilizando-se de matéria prima presente na própria natureza produz bioprodutos que auxiliam na produção de alimentos e na criação de animal de forma menos onerosa ao produtor e com menos degradação ao meio ambiente o que se alinha perfeitamente a pauta da Agenda 2030 que é acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

Em torno e em sintonia com a experiência brasileira, outros países como Argentina (GOULET e HUBERT, 2020; GOULET et al., 2020), Colômbia e Chile têm buscado conformar iniciativas de participação regional com representações de autoridades de fomento e controle, as quais são responsáveis por discutir o potencial de expansão dos bioinsumos a partir da construção de políticas públicas.

A tecnologia e os bioinsumos utilizados no Brasil careciam de regularização própria e, devida a sua vasta extensão em abrangência e potencial utilização no mercado agrícola, faz se importante a normatização da lei para que se estabeleça uma segurança jurídica, sanitária em comercializar, fabricar e se utilizar tais produtos e derivados biotecnológicos.

Os avanços técnicos-científicos e legislativos do setor de bioinsumos têm sido realizados especialmente no setor agrícola para o manejo de insetos e doenças, bem como relacionados à nutrição de plantas e à fertilidade dos solos, o que pode ser constatado pela tecnologia dos inoculantes amplamente utilizados, por exemplo, no cultivo de soja e pela liderança no mercado de produtos para controle biológico de pragas, referenciado pelos produtos comerciais disponíveis. (VIDAL, 2023)

Tem-se o estado de Goiás como pioneiro na regulamentação do fomento da prática de bioinsumos, pois foi o primeiro a implantar a Lei Estadual de Bioinsumos, Lei nº 21.005 de 14 de maio de 2021, a qual instituiu o Programa Estadual de Bioinsumos no estado goiano.

Outros estados também já aderiram a essa expansão agrícola tecnológica dos bioinsumos buscando a sua regulamentação legal, para que haja uma utilização de forma mais segura desses produtos, como: Estado do Mato Grosso do Sul (Lei Estadual 5.966 de 27 de outubro de 2022, Rio de Janeiro (Projeto de Lei 4538 de 2021, Mato Grosso (Lei Estadual 12.117 de 18 de maio de 2023).

O tema, Bioinsumos, ainda é novo e bastante promissor no mercado de produção “*on farm*”, relatos do próprio ministério da agricultura em evento realizado no mês de maio de 2023 em São Paulo, trouxe dados que o faturamento anual de produtos que envolvem a tecnologia de bioinsumos movimentou cerca de 5 milhões de reais, o que nos diz que a regulamentação desses através de normatização legal seja realizada o quanto antes para que os envolvidos no processo possuam maior segurança jurídica.

Em reportagem do jornal Estadão, os bioinsumos, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) para a Alimentação e Agricultura (FAO) são considerados uma

das soluções para os problemas da fome no mundo. A Agência estima que em 2050, a população mundial alcançará 9 bilhões de pessoas e grande parte da produção agrícola do planeta é nociva ao meio ambiente. E, com a utilização dos bioinsumos e com os métodos de produção sustentáveis haveria uma diminuição nos riscos de contaminação das pessoas por agrotóxicos. (ESTADÃO, 2023)

Através dessa regulamentação haverá maior investimentos em estudos na área. A dedicação e fomento de políticas públicas que tragam a implantação do uso dos bioinsumos deve partir tanto das esferas federais, quanto das esferas estaduais e municipais, pois a sua utilização beneficia a todos, seja os grandes produtores até a produção considerada familiar, sem contar no benefício ao meio ambiente, pois se utiliza de produtos e mecanismos já provenientes da natureza na produção de outros bens e produtos sem a adoção de produtos químicos.

O projeto de Lei 3668/2021, referente a cadeia de uso e produção dos bioinsumos na agricultura brasileira está, até o presente momento, depois de desenvolvimento e evolução através de discussões se aproximando da fase sancionatória pelo Presidente da República, desde o dia 19 de outubro de 2023 se encontra em análise pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, a qual terá 5 sessões a partir do dia 20 de outubro do presente ano com o intuito de se fazer proposições de futuras emendas aos projeto de lei (Congresso Nacional, 2023).

O intuito legal da lei (projeto de lei) referente aos bioinsumos é justamente permitir maior segurança jurídica às questões relativas ao tema tratado, pois realiza a delimitação de um corpo técnico responsável por estabelecer regulamentação e governança referentes à produção, registro e ao próprio uso de bioinsumos.

Cabe ao Poder Executivo, conforme texto (pré) legal, utilizar-se como forma de incentivos, mecanismos financeiros, fiscais e tributários, que favoreçam o desenvolvimento, a produção, uso e comercialização de bioinsumos na agricultura.

As questões relativas à fiscalização da produção, importação com finalidade comercial e uso próprio; e registro dos estabelecimentos e produtos, compete ao órgão federal da agricultura, Ministério da Agricultura, já as questões relativas à fiscalização do comércio e do uso dos bioinsumos, do armazenamento, transporte de produtos químicos e biológicos usados na produção de bioinsumos e da produção desses em estabelecimentos rurais e uso próprio, fica a cargo dos órgãos dos Estados e do Distrito Federal. A lei (projeto de lei) em seu capítulo VII também aborda as penalidades, infrações e sanções possivelmente aplicadas caso descumprida alguns dos requisitos estabelecidos no ordenamento. Faz-se compreender que o projeto de lei além de necessário está completo, pois aborda de forma complexa todo o tema de bioinsumos.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS BIOINSUMOS

Os bioinsumos constituem hoje uma nova promessa tecnológica que abre a possibilidade de conciliar interesses dentro do âmbito agrícola, oferecendo soluções inovadoras para responder a um crescimento cada vez maior por parte dos consumidores e setor produtivo que exigem mudanças ao uso expressivo de agrotóxicos (VIDAL et al.,2020).

Os bioinsumos depreendem três grandes categorias (I) biofertilizantes, (II) bioestimulantes e (III) biodefensivos (defensivosbiológicos), que se particularizam na sua função predominante durante o desenvolvimento vegetal.

BIOINSUMO	Biofertilizante	Microbiológico	Fixadores de N		
			Mobilizadores de K		
			Solubilizadores P ₂ O ₅		
	Bioestimulante	Manejo abiótico de estresse	Aminoácidos		
			Microrganismos		
			Extrato de plantas		
			Ácidos orgânicos		
	Defensivo Biológico	Substância química natural	Semiquímico	Feromônios	
				Aleloquímicos	
			Bioquímico	Ácidos orgânicos	
				Enzimas	
				Extratos de plantas	
		Agente de controle biológico	Microbiológico	Promotores de crescimento vegetal (PCV)	
Bactérias					
Fungos					
Macrobiológico			Leveduras		
			Protozoários		
		Vírus			
		Insetos			
		Ácaros			
		Nematóides			

Figura 1. Categorias de bioinsumos para uso agrícola

Fonte: Adaptado de Brasil (2020) e Dunham Trimmer (2018).

2.3.1 BIOFERTILIZANTES

Os biofertilizantes são produzidos a partir de uma ou mais linhagens de microrganismos benéficos que, quando aplicados no solo ou nas sementes, promovem o crescimento da planta ou favorecem o uso de nutrientes em associação com a planta ou sua rizosfera (ALTIER et al., 2012; SARITHA, TOLLAMADUGU, 2019). Os biofertilizantes são capazes de atuar direta ou indiretamente sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, promovendo o aumento de sua produtividade ou a melhoria de sua qualidade, incluídos

os processos e tecnologias derivados desta definição (BRASIL, 2020). Nesta classe de bioinsumo estão incluídos os inoculantes à base de rizóbios, micorrizas e rizobactérias, que promovem o crescimento das plantas (ALTIER et al.,2012).

2.3.2 BIOESTIMULANTES

Para os bioestimulantes não existe uma definição universal, mas a maioria dos autores se referem a estes como produtos que aumentam o crescimento e produtividade da lavoura e gerenciam o estresse abiótico da safra (MARRONE, 2019). Os bioestimulantes contém substâncias naturais com diferentes composições, concentrações e proporções, podendo ser aplicados diretamente nas plantas, nas sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade de sementes, estimular o desenvolvimento radicular, favorecer o equilíbrio hormonal da planta e a germinação mais rápida e uniforme, interferir no desenvolvimento vegetal, estimular a divisão, a diferenciação e o alongamento celular (BRASIL, 2020).

2.3.3 DEFENSIVOS BIOLÓGICOS

No conjunto dos defensivos biológicos, encontram-se os agentes de controle biológico, que são organismos (micro e macro) benéficos para a lavoura e que fazem parte de um grande número de produtos fitossanitários. Os microrganismos são estudados e incorporados a formulações: bioinseticida; biofungicida; bioherbicida; bionematicida; bioacaricida; permitindo recomendações de uso de acordo com cada cultura, em função das pragas e doenças que as afetam (DUNHAMTRIMMER, 2018; CROPLIFE,2020; BRASIL,2020). O modo de ação dos defensivos biológicos varia de acordo com os agentes biológicos utilizados como ingredientes ativos e pode ser agrupado em relação ao comportamento do organismo: predador, parasitoide, entomopatogênico, competição por espaço e nutrientes, etc (ABBEY et al.,2019).

Nos defensivos biológicos também estão inclusas as substâncias químicas naturais, divididas em: semioquímicos e bioquímicos (CROPLIFE,2020). Ambas são produzidas a partir da manipulação de compostos químicos derivados de organismos vivos e que podem ser utilizados como biodefensivos. Dentre as substâncias extraídas para formulação destes produtos encontramos hormônios, enzimas, feromônios e outros metabólitos naturais. Esses produtos são utilizados como repelentes, indutores de esterilidade, modificadores de comportamento e reguladores de crescimento (DUNHAM TRIMMER, 2018; ABBEY et al., 2019).

Muito dos biodefensivos bem-sucedidos são baseados em compostos produzidos pelos microrganismos que agem diretamente no patógeno. Por exemplo, *Bacillus thuringiensis* produz proteína tóxica que se cristaliza no aparelho digestório do inseto, causando sua morte (BODE, 2009). Outro produto, baseado em *B. subtilis*, contém uma

combinação de lipopeptídeos (agrastatinas) (MARRONE, 2002), que são produzidos e otimizados na fermentação, proporcionando maior e mais consistente eficácia de campo contra doenças fúngicas do que esporos bacterianos vivos. Algumas fitotoxinas são produzidas por microrganismos e apresentam potencial herbicida (DUKE, DAYAN, 2011).

Dessa maneira, os defensivos biológicos têm modos de ação exclusivos, complexos e, geralmente, múltiplos (MARRONE, 2019), o que significa que pragas e patógenos causadores de doenças em plantas têm risco baixo de desenvolver resistência a eles (GLARE et al., 2012). A maioria dos pesticidas químicos atuais tem um único local de ação, atacando uma via metabólica vulnerável da praga. Portanto, após o uso repetido de um pesticida químico, as pragas desenvolvem resistência ao produto. Quando ocorre resistência, os pesticidas não apresentam o desempenho esperado na lavoura (MARRONE, 2019).

Os bio defensivos também oferecem a vantagem de maior seletividade e menor ou nenhuma toxicidade em comparação aos pesticidas químicos convencionais (MISHRA et al., 2015).



	 AGROQUÍMICO	 BIODEFENSIVOS
ORIGEM	Química	Biológica
MODO DE AÇÃO	Único local Ataca a via metabólica vulnerável ou processo do patógeno/praga	Múltiplos Diferentes estratégias de ação contra o patógeno/praga
MÉTODO DE FABRICAÇÃO	Síntese	Multiplicação
LONGEVIDADE DA VIDA ÚTIL	Longo	Curto
DESENVOLVER RESISTÊNCIA	Maior probabilidade	Menor probabilidade

Figura 2–Diferenças entre agroquímicos e bio defensivos

Fonte: adaptado de Marrone (2019) e Abbey (et al.,2019).

Muitos microrganismos usados em bio defensivos oferecem uma série de benefícios adicionais além da virulência a um alvo primário. As espécies de *Trichoderma* são conhecidas por aumentar a absorção de macro e micronutrientes do solo pelas plantas (KÖHL et al., 2011) e isolados específicos podem proporcionar benefícios substanciais ao crescimento das plantas na ausência de uma doença (HARMAN, 2011). Fungos entomopatogênicos também podem ter atividade antagonista contra patógenos de plantas que atacam a mesma

cultura (CLOUSTON et al., 2010). Benefícios adicionais às atividades de controle de pragas podem ser um importante critério de seleção em programas de triagem para escolher isolados comercialmente atraentes, o que possibilita a oportunidades significativas para a comercialização de biodefensivos como produtos com valor agregado (OWNLEY,2010).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo mostrou que a história dos bioinsumos se mistura com o início da agricultura, na medida em que foi observado que as excretas animais poderiam fertilizar o solo (EIGENHEER, 2009). Até hoje a utilização de esterco animal curtido é um dos principais bioinsumos da agricultura orgânica e a base para construção de solos férteis e plantas saudáveis, que por sua vez são menos suscetíveis ao ataque de pragas e doenças (CHABOUSSOU, 2006).

Muito se avançou nos últimos tempos com as legislações sobre bioinsumos, permitindo a testagem científica, a padronização, comercialização e difusão das tecnologias ligadas aos bioinsumos. Esse processo pavimenta o caminho para a implementação de uma Bioeconomia Circular (GIANPIETRO, 2019), em que os processos de transformação estejam altamente integrados, viabilizando a utilização de co-produtos e resíduos enquanto bioinsumos.

A área dos bioinsumos já tem impactado a produção agropecuária e será importante ferramenta para reduzir o uso de agrotóxicos e aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas, reinserindo na prática agrícola os princípios ecológicos. É de extrema importância que se formem profissionais de qualidade para que possam assessorar agricultores nessa transição, compreendendo que não se trata mais de produtos químicos estáveis, mas de insumos vivos que devem ser manejados observando sua conservação, e atentando-se às épocas de aplicação para alcançar eficácia.

REFERÊNCIAS

- ABBEY, L.; et al. Biopesticides and Biofertilizers: Types, Production, Benefits, and Utilization. In: SIMPSON, B. K.; ARYEE, A. N. A.; TOLDRÁ, F. **By products from Agriculture and Fisheries: Adding Value for Food, Feed, Pharma, and Fuels.**p. 479-500.2019.
- ALTIER, N.; BEYHAUT, E.; RIZZA, M.R.; RIVAS, F. Plataforma de bioinsumos de uso agrícola em base a microorganismos benéficos. **RevistaNIA**.n.29.p.47-50.Julio,2012.
- BODE, H.B. Entomopathogenic bacteria as a source of secondary metabolites. **Curr.Opin.Chem.Biol.** Elsevier.v.13, p. 224–230.2009.
- BUENO, V. H. P.; PARRA, J. R. P.; BETTIOL, W.; van LENTEREN, J. C. Biological control in Brazil. In: van LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P.; LUNA, 78-107, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Conheça a base conceitual do Programa Nacional de Bioinsumos**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conceitos>. Acesso em: 22 nov.2023.

_____. Decreto Nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Diário Oficial da União, 27 de maio de 2020. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10375.htm >. Acesso: 19 de agosto de 2023.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Diário Oficial da União. 27 de maio de 2020, p. 105 a 106.

BUTU, Marian et al. Biopesticides: Clean and viable technology for healthy environment. *Bioremediation and Biotechnology: Sustainable Approaches to Pollution Degradation*, p. 107-151, 2020.

CHABOUSSOU, Francis. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (a teoria da trofobiose). Ed. Expressão Popular, 2006, 320 p.

CONGRESSO NACIONAL, 2023. Disponível em <https://www.congressonacional.leg.br/materias/materias-bicameras/-/ver/pl-3668-2021>. Acesso: 24 de outubro de 2023.

CLOUSTON, A. M. et al. A bioassay screening *Trichoderma* isolates for enhancement of root development in *Impatiens walleriana* cuttings. **N. Z. Plant Prot.** v.63, p.33–38.2010.

CROPLIFE. **Produtos Biológicos**. 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/produtos-biologicos/>. Acesso em:05 nov.2023

DUNHAM TRIMMER. **Biologicalproducts marketsaround theworld**. Spring Meeting & International Symposium. Mar. 2018.

DUKE, S. O.; DAYAN, F. E. Modes of action of microbially-produced phytotoxins. **Toxins**.v.3, p.1038–1064.2011.

EIGENHEER, E. M. Lixo: A limpeza urbana através dos tempos. Porto Alegre, RS: Ed. Elsevier, 2009. 144 p.

ESTADÃO, 2023. Disponível em <https://summitagro.estadao.com.br/sustentabilidade/mercado-de-bioinsumos-cresce-e-tem-futuro-promissor-no-brasil/>, acesso em 15 de agosto de 2023.

FAO. International Year of Plant Health. Disponível em: < <http://www.fao.org/planthealth-2020/take-action/en/>>. Acesso em:21 de agosto de 2023.

GARCIA, JLM. O nim indiano: o bioprotetor natural. Série Agricultura Alternativa. Junho, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/plantas-xerofilas/o-nim-indiano-o-bioprotetor-natural>. Acessa do em 20/08/2023.

GIAMPIETRO, Mario. On the circular bioeconomy and decoupling: implications for sustainable growth. *Ecological economics*, v. 162, p. 143-156, 2019.

GOIÁS. Casa Civil. Lei 21.005 de maio de 2021 que instituiu o Programa Estadual de Bioinsumos. Disponível em <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103967/pdf>.

GORELICK, J.; Rosenberg, R.; Smotrich, A.; Hanuš, L.; Bernstein, N. Hypoglycemic Activity of Withanolides and Elicited Withania Somnifera. *Phytochemistry* 2015, 116, 283–289

GOULET, Frederic; HUBERT, Matthieu. Making a Place for Alternative Technologies: The Case of Agricultural Bio-Inputs in Argentina. *Review of Policy Research*, v. 37, n. 4, p. 535-555, 2020.

GLARE, T.; et al. Have biopesticides come of age? **Trends in Biotechnolog.** Elsevier. v.30, n.3, p.250-8.2012.

HANDAYANI, K., Janah, S., Ekowati, C., & Kanedi, M. (2023). Larvicide effects of *Bacillus* sp isolated from soil against fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2023.22.3.0088>.

HARMAN, G.E. Trichoderma-not just for biocontrol anymore. **Phytoparasitica**. Springer, v.39, p.103–108.2011.

KÖHL, J. et al. Step wise creening of microorganisms for commercial use in biological control of plant-pathogenic fungi and bacteria. *Biol. Control*. Elsevier. v.57, p.1–12.2011.

LINS, J. Terra Preta de Índio: uma lição dos povos pré-colombianos da Amazônia. *Agriculturas*. Vol. 12. No01. p.37-41. 2015.

M.G.; COLMENAREZ, Y.C. (Eds.). *Biological control in Latin America and the Caribbean: its rich history and bright future*. Wallingford: CABI. p.

MAPA, 2023. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos>, acesso em 15 de agosto de 2023.

MARRONE, P.G. An effective biofungicide with novel mode of action. **Pestic. Outlook**.v.13, p.193–194.2002.

MATO GROSSO DO SUL. Lei 5966 de 27 de outubro de 2022 que instituiu o Programa de Bioinsumos do Estado do Mato Grosso do Sul. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=437976>.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. *Histórias das agriculturas no mundo. Do neolítico à crise contemporânea*. Universidade Estatal Paulista (UNESP), 2010.

MEDEIROS, C.A.B. & ESPINDOLA, J.A. (2018). Produção sustentável de alimentos. Capítulo 5 In: *Fome zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa / Carlos Alberto Barbosa Medeiros...* [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 1ª edição E-book..

MEYER, Mauricio Conrado et al. *Bioinsumos na cultura da soja*. Embrapa Soja, 2022.

MISHRA J. et al. Biopesticides in India: technology and sustainability linkages. *Biotech*. **Springer**. v.10. art. n .210.2020.

OBERC, B. P. e Schnell, A. A. (2020). *Approaches to sustainable agriculture: Exploring the pathways towards the future of farming*. Brussels, Belgium: IUCN EURO.

OWNLEY, B.H.; et al. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. *BioControl*.v.55, p.113–128.2010.

PARRA J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. *Scientia Agricola*, v. 71, p. 345–355, 2014.

PRIMAVESI, Ana. Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. São Paulo: Expressão Popular, 2016. Pesticida Natural Products: status and future potential. **Pest Manag Sci**. n.75p.2325–2340.2019.

RIO DE JANEIRO. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. Projeto Lei 4538 de 2021 que visa instituir o Programa Estadual de Bioinsumos do Rio de Janeiro. Disponível em http://www3.alerj.rj.gov.br/lotus_notes. Acesso em 25 set 2023.

SARITHA, M.; TOLLAMADUGU, N.V.K.V.P. The Status of Resear chand Application of Biofertilizer sand Biopesticides: Global Scenario. In: **Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry**. Elsevier.p.196-207. 2019.

STEINHAUS, E. (1956). Microbial control—the emergence of an idea. A brief history of insect pathology through the nineteenth century, 26, 107-160. <https://doi.org/10.3733/HILG.V26N02P107>.

TOLEDO, Víctor M.; BARRERA-BASSOLS, Narciso. A Memória Biocultural: A importância ecológica das sabedorias tradicionais. Editora Expressão Popular, 2015.

VIDAL, Mariane C.; DIAS, Rogério P. BIOINSUMOS A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES DA AGROECOLOGIA. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 18, n. 1, p. 171-192, 2023. ISSN: 1980-9735. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23735>.

VIDAL, M. C.; SALDANHA, R.; VERISSIMO, M.A. A. Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável. In: GINDRI, D.M.; MOREIRA, P.A. B.; VERISSIMO, M.A.A. (org.). **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. 1 ed. Florianópolis: CIDASC, 2020.

VINALE, F.; KRISHNAPILLAI, S.; GHISALBERTIC, L. E.; MARRAA, R.; WOOA, L. S. AND LORITOA, M. Trichoderma-Plant-Pathogen Interactions. *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.07.002>.